

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-62052

⑨ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 03 F 1/00

識別記号

庁内整理番号  
7447-2H

⑬ 公開 昭和57年(1982)4月14日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 透過照明用被投影原版

川崎市高津区千年926

① 特 願 昭55-136483

⑦ 出 願 人 日本光学工業株式会社

② 出 願 昭55(1980)9月30日

東京都千代田区丸の内3丁目2  
番3号

⑧ 発 明 者 渋谷真人

⑧ 代 理 人 弁理士 岡部正夫 外6名

BEST AVAILABLE COPY

明 細 書

1. 発明の名称 透過照明用被投影原版

2. 特許請求の範囲

透明部と不透明部とで形成された所定のパターンを有し、透過照明によつて投影される被投影原版において、

前記不透明部をはさむ両側の透明部の少なくとも一方に位相部材を設け、該内側の透明部に位相差を生ずる構成としたことを特徴とする透過照明用被投影原版。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、光学的な像の再生、特に、透過照明により照明されレンズ系によつて投影される被投影原版に関する。

従来、フォトエッチング等に用いられる原版には、透明部と不透明部とにより所定のパターンが形成されており、これをレンズ系により感光膜面上に投影する手法が知られている。このようなあるパターンをレンズにより投影する場合には、回折現象のために再生像

には解像限界があることは周知である。そして、理論的な限界値としてのカットオフ周波数は、一般に、投影レンズの開口数を  $NA$ 、使用光線の波長を  $\lambda$  とすると、インコヒーレント照明では  $2NA/\lambda$  (本/mm)、またコヒーレント照明では  $NA/\lambda$  (本/mm) であり、投影レンズの開口数を大きくしない限りある波長に対する解像を高めることは不可能とされている。

本発明の目的は、従来と同一の波長光及び同一の投影レンズを用いながら、解像限界を従来以上に高めることが可能な被投影原版を提供することにある。

本発明による被投影原版は、透明部と不透明部とで形成された所定のパターンを有し、コヒーレントな透過照明によつて用いられるものであつて、不透明部をはさむ両側の透明部のうちの少なくとも一方に位相部材を設け、両側の透明部に位相差を生ずる構成としたものである。

以下、本発明の原理について説明する。第1図には、透明部1と不透明部2とが交互に並んだ一般の格子の断面及び、この格子の投影像の振幅分布の様子を併せて示した。図示のごとく、透明な部分1からの光は回折現象によつて不透明な部分2にも拡がり、このため分解できる格子の間隔 $\lambda$ に限界が生ずる。そして、2つの部分からの光の相互作用については、インコヒーレント照明では強度の相互作用が働くのに対し、コヒーレント照明では振幅の相互作用が働く。また強度は振幅の2乗で与えられるので、振幅の拡がりの方が強度の拡がりより大きくなる。従つて、一般的にはコヒーレント照明では解像限界が低下することが定性的に説明される。

しかしながら、コヒーレント照明であつても、2つの部分からの光に位相差がある場合には解像を高めることが可能である。第2図には、2つの点光源がレーレーの解像限界の距離にある時に、(a) 2つの光源がインコヒー

レントな場合、(b) 2つの光源がコヒーレントで位相が一致している場合、(c) 2つの光源がコヒーレントで $180^\circ$ 位相がずれている場合の3つの場合について、それぞれその強度分布を示した。第2図から分るように、インコヒーレントな2点が解像されるとき、位相の一致したコヒーレントな2点は解像されない。これが、一般にコヒーレント照明による場合に、解像限界が下ることに対応している。しかし、位相が $180^\circ$ ずれたコヒーレントな2点については、インコヒーレントの場合よりもはるかに良く解像されている。尚、このような2つの点光源についての解析は「波動と映像」(佐藤、上田光宏、共著、森北出版)の62頁～64頁に詳しい。

本発明は、上述のごとく位相が $180^\circ$ ずれたコヒーレントの場合に解像が高まることに着目し、上記のごとく構成したものである。第3図には、本発明の一例として、透明部1と不透明部2とから成る格子原版において、

(3)

透明部の1つに $\lambda/2$ 板3を設けたものの断面を示し、併せてこれをコヒーレント照明によつて投影された像の振幅分布の様子を裏面で、また強度分布の様子を破線で示した。第3図に示された3つの透明部のうち両外側の透明部の像の振幅は従来と同じ状態であるが、これらの間の透明部の像の振幅は $\lambda/2$ 板3の存在により振幅は反転する。従つて、不透明部に通ずる光は、互いに打消され、不透明部での光強度はほぼ零となつて、解像限界が向上する。

このような解像限界の向上は、空間周波数で考えれば、 $\lambda/2$ 板のために格子の振幅の基本周波数が $\phi$ から $2\phi$ となり、振幅の基本周波数が $\phi$ となり、レンズの開口数で決まるカットオフ周波数により従来では通過できなかった基本周波数が通過できるようになったことによる。これはさらに、物体にコヒーレンシのある場合の像の強度に関する式として、「フーリエ超像論」(小瀬良次著、共立出版)

(4)

の第61頁に記載された(3.24)式によつて説明される。すなわち、この時の像の強度 $I_{12}(X_n)$ は、

$$I_{12}(X_n) = \frac{1}{(2\pi)^2} \iint_{-\infty}^{\infty} \psi(x_1) \psi^*(x_2) H(x_1, x_2) e^{i(x_1 - x_2) X_n} dx_1 dx_2$$

と表わされ、ここで $X_n$ は像面上の座標、

$x_i$ は面上の座標、

$\psi(x_i)$ は物体の振幅透過率のフーリエ成分をそれぞれ表わし、 $*$ は複素数を意味する。また $H(x_1, x_2)$ は transmission cross-coefficient と呼ばれる。 $\lambda/2$ 板の無い普通の格子においては、基本周波数を $\phi_0$ とすると、 $H(\phi_0, 0)$ の絶対値が強度の基本周波数の利得に最も大きく影響し、これによる強度の空間周波数は、上式の被積分関数の位相項より、 $\phi_1 - \phi_2 = \phi_0 - 0 = \phi_0$ となる。一方、 $\lambda/2$ 板を設けた本発明による格子では、物体の振幅透過率のフーリエ成分 $\psi(x_i)$ のうち $\phi = 0$ の成分がなく、基本周波数が $\phi$ になり、 $H(\frac{\phi_0}{2}, 0)$ ではなく $H(\frac{\phi_0}{2}, -\frac{\phi_0}{2})$ が強度の基本周波数の利得に最

(5)

(6)

も影響してくる。そして、強度の空間周波数は、 $\omega - \omega_0 = \bar{\omega}/2 - (-\bar{\omega}/2) = \bar{\omega}$ となる。従つて、 $\lambda/2$ 板の無い場合には、 $\bar{\omega}$ の周波数の強度を再生するためには、 $\bar{\omega}$ の周波数の振幅が通過しなくてはならないが、 $\lambda/2$ 板を設けた場合には、同じ $\bar{\omega}$ の周波数の強度を再生するために $\bar{\omega}/2$ の周波数の振幅が通過すればよい。これが、 $\lambda/2$ 板を設けた格子の解像限界が2倍になる理由である。

このようにコヒーレント照明において、解像限界が2倍になる訳であるが、解像限界だけではインコヒーレント照明の場合と変わりはない。ところが、インコヒーレント照明ではOTFがカットオフ周波数に近づくにつれて減少するのに対し、コヒーレント照明のOTFはカットオフ周波数までのOTFは1に保たれ得るため、強度の基本周波数の利得は $\lambda/2$ 板を設けてコヒーレント照明を行なう場合の方が、インコヒーレント照明の場合よりもはるかによく、コントラストが高くなる。

(7)

る微細パターンの焼付け等において、パターンの間隔が解像限界近くにある場合に本発明は極めて有効である。また、投影装置の機械的な制約により投影レンズ系を大きくできない場合には、収差補正上の問題からレンズ系の開口数を大きくすることが困難であるが、本発明のごとく投影原版を構成することによつて、投影レンズによる解像限界以上に高い解像を得ることが可能である。

尚、本発明は、被投影原版上の焼付けされるパターン面のみならず、アライメントマーク等にも用いることができ、位置合せの精度をより向上させることができることはいふまでもない。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、一般的格子の断面及びこの格子の投影像の振幅分布の様子を示す。第2図は2つの点光源がレーレーの解像限界の距離にあるときの3つの場合(a)(b)(c)についての強度分布を示す。第3図は本発明の一例としての

(8)

以上、一次元格子の場合を述べたが、本発明による被投影原版としては、例えば第4図に示すとき二次元的パターンを有するものでもよい。また、位相差は $180^\circ$ に限るものではない。例えば、位相 $90^\circ$ ずれた2つの点光源の像は、インコヒーレントの場合と同じ解像になり、設けるべき位相差は被投影原版のパターンに応じて適切に選択することが望ましい。第4図のパターン例では、透明部分11に $\lambda/2$ 板を設け、透明部13に $\lambda/4$ 板を設けるならば、3つの透明部11、12、13が並列する区域では隣接する透明部間での位相差がそれぞれ $90^\circ$ になり、透明部11、13が隣接する区域では位相差が $180^\circ$ となり、パターンのほぼ全域にわたつて解像を高めることが可能である。

以上のごとく、本発明による被投影原版を用いれば、従来と同一の投影レンズで同一の波長を用いたとしても解像限界を格段に高めることが可能であり、特にIC製造装置によ

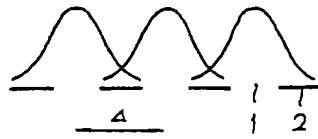
(9)

格子原版の透明部の1つに $\lambda/2$ 板を設けた断面及びこれをコヒーレント照明によつて投影された像の振幅分布の様子(実線)を強度分布の様子(破線)を示す。第4図は二次元的パターンを有する被投影原版の例を示す。

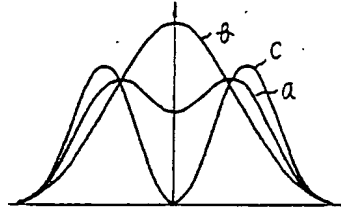
(主要部分の符号の説明)

- 1 …… 透明部分
- 2 …… 不透明部分
- 3 ……  $\lambda/2$ 板

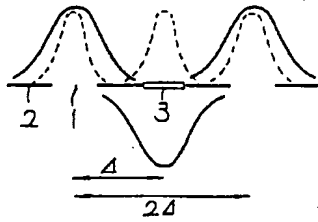
才1図



才2図



才3図



才4図

